

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) PUBLICATION OF UNEXAMINED (KOKAI) PATENT APPLICATION (A)

(11) Kokai (Unexamined Patent) Number: Hei 3-265180

(43) Date of Disclosure: November 26, 1991

| | | |
|----------------------------|-----------------|------------------|
| (51) Int. Cl. ⁵ | Identif. Symbol | Intra-Agency No. |
| H 01 S 3/097 | | |
| 3/134 | 7630-4M | H 01 S 3/097 Z |

Examination requested: not yet requested

Number of claims: 2 (total of 8 pages)

(53) Title of the Invention: Gas Processor And Gas Replacement Of Gas Laser Oscillator

(21) Application Number: 2-62732

(22) Filing Date: March 15, 1990

(72) Inventor: Noboru Nakano
c/o Technology Research Institute of Kawasaki Steel Corporation
Chiba-ken, Chiba-shi, Kawasaki-cho, 1-banchi

(72) Inventor: Naoki Kubota
c/o Technology Research Institute of Kawasaki Steel Corporation
Chiba-ken, Chiba-shi, Kawasaki-cho, 1-banchi

(72) Inventor: Yoshikubo Miyazaki
c/o Technology Research Institute of Kawasaki Steel Corporation
Chiba-ken, Chiba-shi, Kawasaki-cho, 1-banchi

(71) Applicant: Kawasaki Steel Corporation
Hyogo-ken, Kobe-shi, Chuo-ku, Kita Honcho Dori, 1-chome, 1-ban, 28-go

(74) Representative: Yoshio Kosugi, patent attorney

Specifications

1. Title of the Invention: Gas Processor And Gas Replacement Of Gas Laser Oscillator

2. Scope of the Patent's Claims

1. A gas processor of a laser oscillator, characterized by the fact that it is provided with a first compressor removing deteriorated gas from a discharge device when oscillations have been

stopped, wherein a gas processor of a gas laser oscillator is operated by switching on alternately a plurality of discharge devices,

as well as with a gas container which stores deteriorated gas removed by said compressor,

a gas regenerator which regenerates deteriorated gas contained in said gas container,

a gas adding device,

a second compressor which returns said regenerated gas to a discharge device while the discharge device is paused;

and with a gas processor controller which serves to exercise control over the above described components.

2. A gas replacement method of a laser oscillator, characterized by the fact that it comprises a step in which the gas is transferred to a container in a paused discharge device, with a gas replacement method for a gas laser oscillator wherein a plurality of discharge devices is switched on sequentially,

a step in which gas is regenerated in said container,

and a step in which the gas in said container is transferred into a discharge device;

wherein each discharge device is operated sequentially and repeatedly.

3. Detailed Explanation of the Invention

(Sphere of Industrial Use)

This invention relates to a method for gas replacement and to a gas processor of a gas laser oscillator providing an optimal replacement of gas in an excimer laser while a constant output is maintained.

(Prior Art Technology)

In recent years, gas laser oscillators of excimer lasers, etc., have been widely used in optical CVD devices, laser lithography devices, etc.

First, the laser oscillator device will be explained.

The construction of a gas laser oscillator device, such as the example shown in Figure 5, consists of a discharge device 1 deployed in a laser oscillator consisting of a total reflection mirror 22 and a semi-transparent mirror 23. In addition, one part of the laser output which is transmitted by reflection plate 24, mounted on the optical axis of the laser output, is input to

output detector 25 so that a constant laser output can be maintained based on the detection signal of this detector with a control means 26, which controls power source 27 of discharge device 1 and gas processor 9.

Figure 6 (a) is a diagram explaining the characteristics of laser output per voltage of a gas laser oscillator according to prior art. The maximum output of the laser is attained with maximum voltage V_{max} . when laser oscillations are above the voltage V_{SH} which is the oscillation threshold value. The oscillation threshold value V_{SH} of 15 kV is often used with devices having a maximum voltage V_{max} corresponding to about 30 kV.

Figure 6 (b) shows an example of changes in time of laser output when oscillations are conducted with a fixed value of the voltage by using a KrF excimer laser. Because the gas will deteriorate when shot oscillations are conducted with about 2×10^6 , the output of the laser will be reduced to about a half of the value at the starting point. This time period will correspond to approximately 2 hours and 50 minutes when the operations are conducted with 200 Hz, which is a short period for use in industrial plants.

In order to compensate for this shortcoming of a similar conventional device, a method was proposed aimed at lowering of the laser output while at the same time increasing the discharge voltage V as shown in Figure 7 (a). Because in this case, the maximum voltage V_{max} is attained in point (time instant) T_0 , this means that a decreased laser output is unavoidable as shown in Figure 7 (b).

Further, according to another method, halogen gas is injected depending on the deterioration threshold in as shown in the point (time instant T_1), creating a low laser output value as shown in Figure 8. However, although the laser output will be temporarily restored with this method, it is in principle impossible to maintain a constant laser output. Another problems with this method is that the it is difficult to increase the gas pressure in the equipment.

Also, although it is conceivable that the laser gas will be replaced with small amounts of new gas, it is in reality difficult to maintain this kind of control while the laser operations are in progress.

The following is an explanation of the conventional process that is used with similar gas laser devices. Figure 9 explains one example of a gas processor according to prior art and a discharge device disclosed in Japanese Unexamined (Kokai) Patent Application Number 1-2668175. In this example, the construction of gas processor 9 consists of a gas refining device 10, compressor 5, and gas container 2. The life span is extended by this design because the amount of the laser medium is increased only by a portion corresponding to gas container 2 during the progress of the operations of this gas processor. However, the effect of this design is limited. It is also possible to replace in a short time period the gas in the discharge device with a gas that is stored in a reserve container once the laser operation is stopped. However, the problem is that laser output is unavailable when the operation is stopped. That is why these examples fail to provide a real solution that would result in a constant output of the laser. (Task To Be Resolved By This Invention)

The purpose of this invention is to provide a gas replacement method and a gas processor that is optimal for a laser oscillator enabling to maintain a constant laser output for a long time period in order to resolve the above described problems.

(Means To Solve Problems)

This invention relates to:

- (1) A laser device enabling irradiation with laser output when multiple discharge devices are arranged in parallel so that any one of said discharge device units can be activated with one power source device unit;
- (2) a laser device enabling irradiation with laser output when multiple discharge devices are arranged in series on the optical axis of the laser output, so that any one of said discharge devices can be activated with one power source device unit;

with a gas replacement method and a gas processor which is applicable to any of the above described elements.

The gas processor of this invention is characterized by the fact that it is equipped with a first compressor which extracts deteriorated gas from a pausing gas processor;

a gas container which stores the extracted deteriorated gas obtained from said compressor;

a gas regenerator which regenerates the degenerated gas contained in said gas container;

as well as additional gas equipment;

a second compressor returning said regenerated gas to the discharge device during the pause;

and a gas processor controller which controls the above described devices.

All of these related devices are connected with pipes and valves connecting the above described apparatus to the discharge devices, and to a control network of the gas processor controller.

[page 3]

In addition, it is also possible to use a halogen gas sensor or a pressure gauge, etc., as required.

Moreover, the gas replacement method of the apparatus of this invention is characterized by:

- (a) a step in which gas contained in a discharge device is transferred to a gas container during a pause in operations;
- (b) a step in which this gas is regenerated;
- (c) and a step in which the regenerated gas contained in the container is transferred into a discharge device,

wherein sequential operations are conducted repeatedly in respective discharge devices in accordance with the gas replacement method of the gas laser oscillator of this invention.

(Operation)

According to this invention, deteriorated gas contained in a discharge device which is in the pausing mode of a laser apparatus operating intermittently at least 2 discharge device is transferred with a compressor to a gas container, and halogen gas corresponding to a halogenide generated by a discharge using a gas regenerator, particles, and similar items are removed. After that, halogen gas is added to create a laser gas composition according to specifications. After that, the operations are returned again to the discharge device with a compressor, and while a minimum gas loss is maintained, normal laser output that existed prior to the gas deterioration during the operation status before the pause can be restored. In addition, these operations can be achieved in a short time period and with a proper order determined by a gas processor controller.

(Embodiment)

Figure 1 is a block diagram explaining one embodiment of gas processor 9 according to this invention. Explanation of the same symbols pertaining to the same parts as those explained in the prior art examples is omitted.

The construction of gas processor 9 of this example indicated in Figure 1 includes gas container 2, compressors 5A and 5B, valves 3A, 3B, 4A, and 4B, gas regenerator 7, gas adding device 8, and gas processor controller 15. Because the purpose of the gas regenerator 7 is to remove halogenides, and in some cases also halogen gas, the regenerator can be also combined with an oil trap, mesh or a similar component removing impurities, or with an electrostatic filter if this is required.

Although the construction shown in Figure 1 uses 2 discharge units, discharge unit 1A and discharge unit 1B, the design can also use 3 or more discharge units. In this case, the number of vacuum pump 6, compressor 5, and valves 3 and 4 will be increased to correspond to the number of the discharge devices.

Figure 2 and Figure 3 explain an example of a laser device incorporating this gas processor 9. An embodiment will now be explained based on these figures.

Embodiment 1

The operation of the laser device will be explained first. As shown in Figure 2, one part of the laser output obtained from laser oscillators (discharge devices) 1A and 1B is reflected by reflection plates 34A and 24B and irradiated by output monitors 25A and 25B. The signal is then converted to electric signal so that power source device 27 and gas processor 27 can be controlled via control means 26 with this electric signal. Because high-voltage opening and closing devices 29A and 29B are deployed on the output terminal of power source device 27, high voltage is thus intermittently stopped or applied to 2 discharge devices 1A and 1B via voltage circuits 20A and 20B. In addition, the laser output obtained from discharge device 1A can be provided for direct irradiation of the irradiated substance, and laser output obtained from discharge device 1B can be used for irradiation of the irradiated substance with regulation of the optical axis achieved with reflection mirrors 21A and 21B.

An additional explanation of the function of the control means 26 will be provided in this case. Because the electric signal of output monitor 25A (or 25B) is compared to a target value of the laser output which has been determined in advance, this makes it possible to control the voltage input by power source device 27 so that the difference between the target and the real value will be zero. In addition, just before the input voltage reaches the vicinity of the maximum voltage, voltage circuit 20A (or 20B) is opened with high-voltage opening and closing device 29A (or 29B) for discharge device 1A (or 1B) in the laser oscillator. At the same time, when the path of high-voltage opening and closing device 29B (or 29A) is closed, voltage is applied to new discharge device 1B (or 1A). This makes it possible to conduct continuous oscillations by control based on the electric signal of output monitor 25B (or 25A).

In addition, control means 26 is used according to this invention on the one hand to operate the gas processor, and on the other hand it is also used to replace gas inside discharge device 1A with new gas when the discharge is interrupted.

[page 4]

Next, a control example of a gas laser oscillator which has this construction will be explained by using for this purpose Figure 3. The figure explains the changes in time of laser output and of voltage applied to discharge devices 1A and 1B when a KrF excimer laser was used for laser oscillations.

Both discharge devices 1A and 1B are filled in advance with a fresh gas and the operations are conducted at first with a repeated frequency of 200 Hz in discharge device 1A. During the first cycle, as the gas inside discharge device 1A is deteriorating, control is exercised in order to maintain a constant laser output so that increased voltage (V_A) is applied to discharge device 1A. After about 2 hours (approximately 1.5×10^6 shots), high-voltage opening and closing device 29A is opened in the vicinity of the maximum voltage and the discharge is stopped (the first cycle is completed). At the same time, high-voltage opening and closing device 29B is opened and operations are initiated with a repeated frequency of 200 Hz in discharge device 1B (the second cycle is started). Since during this second cycle, the inner part of discharge device 1B is already filled with fresh gas, the same characteristics of the laser output are obtained with the same applied voltage (V_B) as in the first cycle. Also, when the operations of gas processor 9 of this invention are stopped in the second cycle, the deteriorated gas

contained inside discharge device 1A is replaced with a fresh gas and the next cycle is awaited.

Because in this control example, replacement is conducted alternately by discharge devices 1A and 1B, and after the gas has been replaced, control is conducted until the sixth cycle, this makes it possible to suppress fluctuations of the output during the operation to less than 1% during a period of about 12 hours.

The operation of the gas processor 9 of this invention will now be explained based on a series of operations. When the oscillations are stopped by gas processor controller 15 at the point when laser control means enters the second cycle as shown in Figure 1, a command to replace the deteriorated gas inside discharge device 1A is issued from laser controller 26. A series of operations of gas processor 9 will thus be started from this point. First, valve 3a is opened and the gas contained inside discharge device 1A is transferred by compressor 5A to gas container 2. Vacuum pump 6A can be used at this point if this is necessary. Valve 3a is then closed when the transfer is finished.

Next, the operations of gas regenerator 7 are started in order to regenerate the gas inside gas container 2. Gas regenerator 7 is a device which serves to remove halogenides and in some cases also halogen gas, O₂, oil, etc.

Also, if this is necessary, an additional device can be added for removal of particles. For a device removing particles can be used for instance a transmission filter, or an electrostatic filter, etc.

The concentration of the halogen gas at this point is detected and halogen gas and rare gas is injected with gas adding device 8 as necessary. At the point when gas has been regenerated in this manner inside gas container 2, valve 4A is opened and the required gas is returned as regenerated gas as required by the operations of compressor 5B from gas container 2. Valve 4B is closed after the gas has been returned. Pump 6B can be also used as required when the gas is being returned.

Because the proper order for opening and closing of each valve for compressors 5A, 5B, gas regenerator 7, and gas adding device 8 is controlled when gas regenerator 15 is used as described above, the time period required for one series of these operations is only about 15 minutes. This is substantially shorter than the period of 2 hours and 30 minutes during the second cycle. During the third cycle, the same operations of the gas processor as those described above are conducted and the gas inside discharge device 1B is thus regenerated.

In addition, it is also possible to supply halogen gas to the laser discharge devices during the operations with the function of gas processor 9. In this case, gas container 12, valve 13A and valve 13B will be used. Pump 11 is used to create vacuum inside the gas container. According to the example used in the second cycle, the gas system is controlled inside discharge device 1A (or 1B) during the discharge based on the difference between the target value of the laser output and the electric signal obtained from output monitor 25A (or 25B) for gas processor 9, and it is also possible to use regulation of the gas supply in order to maintain a constant laser output.

Vacuum pumps 6A, 6B, 14, and 11 shown in Figure 1 are used when a vacuum is created inside the gas container.

In addition, although a case involving a parallel arrangement of 2 discharge units was explained in the above described example, this invention is not limited by this explanation as any number of units can be used as long as at least 2 units are used.

Embodiment 2

This separate embodiment is indicated in Figure 4. The operation of the laser will be explained first.

[page 5]

In the example which is illustrated by Figure 4, a construction using parallel arrangement of 2 discharge units 1A and 1B is employed in an oscillator consisting of reflection mirror 22 and semi-transparent mirror 23. Because this construction does not aim at the optical axis of the laser rays, the second reflection mirror 21a and 21B of Embodiment 1 indicated in Figure 2 is thus not necessary.

In addition, when a narrow wave band design that is suitable for a laser lithography device is required, a narrow band element such as an etalon plate, etc., is often deployed inside the laser oscillator. However, since this embodiment can be also used jointly with a narrow band element, this makes it possible to reduce the cost in comparison to Embodiment 1.

The operation of gas processor 9 is again identical to the operation explained in Embodiment 1.

Also, although the above described embodiment indicated a parallel arrangement of 2 discharge units, this invention is not limited by this explanation as any number of units can be also used as long as at least 2 units are used.

(Effect of the Invention)

Because according to this invention, once deteriorated gas is transferred into a container while the discharge of a plurality of discharge devices is stopped, halogenide contained in this gas and when necessary also halogen gas, O₂ and impurities are removed, and rare gas and halogen gas is added are required and gas is regenerated. This makes it possible to maintain a constant laser output after that because regenerated gas can be thus transferred again to the a discharge device. Also, the proper order can be maintained with a gas processor controller during one series of these operations.

This design also makes it possible to reduce the running cost because only a relatively small amount of halogen gas is consumed and He or Ne and other buffer gases which take up most of the volume are not consumed.

4. Brief Description of Figures

Figure 1 is a block diagram of one embodiment of this invention, Figure 2 and Figure 4 are block diagrams of a laser device operated by using this invention, Figure 3 is a chart explaining an example of the laser output control, Figure 5 is a block diagram showing an example of a laser device according to prior art, Figure 6, Figure 7, and Figure 8 are examples of laser output according to prior art, and Figure 9 is a block diagram showing an example of a laser device according to prior art.

| | | |
|------------|-----|---------------------------|
| 1A, 1B | ... | discharge device |
| 2 | ... | gas container |
| 3A, 3B | ... | valves |
| 4A, 4B | ... | valves |
| 5A, 5B... | | compressor |
| 6A, 6B.... | | vacuum pumps, |
| 7 | ... | gas regenerator |
| 8 | ... | gas adding device |
| 9 | ... | gas processor |
| 11 | ... | vacuum pump |
| 12 | ... | gas container |
| 15 | ... | gas processor controller. |

Patent Applicant: Kawasaki Steel Corporation
Representative: Yoshio Kosugi, patent attorney.

Figure 2

[page 6]

Figure 1

| | | | |
|----|--------------------------|---------------|---------|
| 1A | discharge device | | |
| 1B | discharge device | | |
| 5A | compressor | | |
| 5B | compressor | | |
| 6A | pump | | |
| 6B | pump | | |
| 5A | compressor | | |
| 7 | gas regenerator | gas container | 14 pump |
| 12 | gas container | | |
| 8 | gas adding device | | |
| 11 | pump | | |
| 14 | pump | | |
| 15 | gas processor controller | | |

Figure 3

| | | | | |
|-------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| [horizontal axis] | first cycle | second cycle | third cycle | laser output |
| [vertical axis] | input voltage | laser output | | |

Figure 4

[page 7]

Figure 5

Figure 6 (a)

| | |
|-------------------|--------------|
| [horizontal axis] | voltage |
| [vertical axis] | laser output |

Figure 6 (b)

| | | |
|-------------------|--------------|-----------------------|
| [horizontal axis] | start | 2×10^6 shots |
| [vertical axis] | laser output | |

Figure 8 (a)

| | |
|-------------------|-------------------|
| [horizontal axis] | time |
| [vertical axis] | discharge voltage |

Figure 8 (b)

| | |
|-------------------|--------------|
| [horizontal axis] | time |
| [vertical axis] | laser output |

[page 8]

Figure 9

⑤ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)11月26日

H 01 S 3/097
3/134

7630-4M

7630-4M

H 01 S 3/097

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 ガスレーザ発振装置のガスプロセッサ及びガス交換方法

⑮ 特 願 平2-62732

⑯ 出 願 平2(1990)3月15日

⑰ 発 明 者 中 野 昇 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑰ 発 明 者 久 保 田 尚 樹 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑰ 発 明 者 宮 崎 善 久 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑰ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

⑰ 代 理 人 弁理士 小杉 佳男

明 細 書

1. 発明の名称

ガスレーザ発振装置のガスプロセッサ
及びガス交換方法

2. 特許請求の範囲

1 複数の放電装置を交互にもしくは順次切替えて運転するガスレーザ発振装置のガスプロセッサであって、発振を停止した放電装置の劣化ガスを引抜く第1のコンプレッサと、該コンプレッサにより引抜いた劣化ガスを貯めるガス容器と、該ガス用器内の劣化ガスを再生するガス再生装置と、ガス添加装置と、該再生されたガスを前記休止した放電装置に戻す第2のコンプレッサと、前記それぞれの装置を制御するためのガスプロセッサ制御器とを備えたことを特徴とするガスレーザ発振装置のガスプロセッサ。

2 複数の放電装置を交互にもしくは順次切替えて運転するガスレーザ発振装置のガス交換方法において、停止中の放電装置内のガスを

容器に移す工程と、該容器内のガスを再生する工程と、該容器内のガスを放電装置内に移す工程とを各放電装置に順次繰り返し行うことを特徴とするガスレーザ発振装置のガス交換方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は出力を一定に保ったエキシマレーザのガス交換を行うのに好適なガスレーザ発振装置のガスプロセッサ及びガス交換方法に関する。

〔従来の技術〕

近年、エキシマレーザなどのガスレーザ発振装置は、光CVD装置やレーザリソグラフィ装置などに広く利用されている。

まず、ガスレーザ発振装置について説明する。ガスレーザ発振装置は、その一例を図5に示すように、全反射鏡22と半透過鏡23とからなるレーザ共振器内に放電装置1を配設して構成されている。そして、レーザ出力光軸上に設けられる反射板24を介してレーザ出力の一部が出力検出

器25に入力され、その出力信号により制御手段26を介して放電装置1の電源27及びガスプロセッサ9を制御してレーザ出力を一定に保持するのである。

第6図(a)は、従来のガスレーザ発振装置の電圧に対するレーザ出力特性を示したものである。発振しきい値である電圧 V_{SH} 以上でレーザが発振し、最大電圧 V_{max} でレーザが最大出力に到達する。通常、発振しきい値 V_{SH} は15kV、最大電圧 V_{max} は30kV程度の装置が多く用いられている。

第6図(b)はKrFエキシマレーザを用いて電圧をある値に固定して発振を行った時のレーザ出力の時間変化を示した例である。約 2×10^6 ショットの発振を行うとガスの劣化が起こり、レーザ出力はスタート時点の値の半分程度になる。この時間は200Hzで運転したときおよそ2時間50分程度であり、産業の場で用いるには短いのである。

このような従来装置の欠点を補うために、第7

いる放電装置と従来のガスプロセッサの1例を示す。この例では、ガスプロセッサ9はガス精製装置10、コンプレッサ5、ガス容器2とから構成される。このガスプロセッサをレーザ動作中に運転する場合には、ガス容器2の分だけレーザ媒質の量が増大することになるためガス寿命が延びる。しかし、その効果には限りがある。また、レーザを一度停止した場合には、予備ガス容器に蓄えたガスと放電装置中のガスを短時間に交換することが可能である。しかし停止中にはレーザ出力が得られないという欠点を持っている。このように、この例ではレーザ出力を一定に保つことに対する本質的な解決策になっていない。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、レーザ出力を長時間一定に保持するレーザ発振装置に好適なガスプロセッサ及びガス交換方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

図(a)に示すように、レーザ出力の低下と共に放電電圧 V を上げていく方法が試みられている。この場合、最大電圧 V_{max} に至った時点(時刻 T_0)で、第7図(b)に示すように、レーザ出力が低下することが避けられないのである。

また、第8図に示すように、レーザ出力の低下がある値になった時点(時刻 T_1)で、劣化の激しいハロゲンガスを注入する方法も試みられているが、この場合は一時的にレーザ出力は回復するものの、レーザ出力を一定に保つことは原理的に不可能であり、かつ、装置内のガス圧が上昇していくという問題もある。

また、レーザガスを少しずつ新しいガスに置換することも考えられるが、動作中のレーザに対し、このような制御を行うことは実際には難しい。

次に、このようなガスレーザ装置に使われていた従来のガスプロセッサについて説明する。第9図に特開平1-268175号公報に開示されて

本発明は、

- ① 複数の放電装置を並列に配置し、1台の電源装置により前記放電装置のいずれか1台を起動してレーザ出力を照射するレーザ装置
- ② 複数の放電装置をレーザ出力光軸上に直列に配置して1台の電源装置により前記放電装置のいずれか1台を起動してレーザ出力を照射するレーザ装置

の何れかに適用されるガスプロセッサ及びガス交換方法に関するものである。

本発明のガスプロセッサは休止した放電装置の劣化ガスを引抜く第1のコンプレッサと、該コンプレッサにより引抜いた劣化ガスを貯めるガス容器と、該ガス用器内の劣化ガスを再生するガス再生装置と、ガス添加装置と、該再生されたガスを前記休止した放電装置に戻す第2のコンプレッサと、前記それぞれの装置を制御するためのガスプロセッサ制御器とを備えたことを特徴とし、これらの装置同士、これらの装置と放電装置との間を結ぶ配管及びバルブ、ガスプロセッサ制御器の制

鋼網とから構成される。また必要に応じてハロゲンガスセンサや圧力計を設けてもよい。

さらに本発明はこれらの装置のガス交換方法として

(a) 停止中の放電装置内のガスをガス容器に移す工程

(b) このガスを再生する工程

(c) 容器内の再生されたガスを放電装置内に移す工程

を各放電装置に順次繰り返し行うことを特徴とするガスレーザ発振装置のガス交換方法を提供する。

[作用]

本発明によれば、2以上の放電装置を交互に運転するレーザ装置において、停止状態にある放電装置内の劣化したガスをコンプレッサによりガス容器に移し、ガス再生装置を用いて放電により生じたハロゲン化物さらには場合に応じてハロゲンガス、パーティクル等の除去を行い、その後、ハロゲンガスの添加を行い規定の組成のレーザガス

場合の構成を示しているが、放電装置は3台以上あっても差し支えない。その場合には真空ポンプ6、コンプレッサ5、バルブ3、4の数が放電装置の数に応じて増加する。

このガスプロセッサ9を組み込んだレーザ装置の例を第2図と第3図に示す。これらの図をもとに実施例を説明する。

実施例1

最初にレーザ装置の動作について説明する。第2図においてそれぞれのレーザ発振器(放電装置)1A、1Bからのレーザ出力の一部は、反射板24A、24Bで反射されて出力モニタ25A、25Bに照射され、ここで電気信号に変換され、その電気信号により制御手段26を介して電源装置27及びガスプロセッサ9を制御する。電源装置27の出力端には、高電圧開閉器29A、29Bが設けられ、電圧回路20A、20Bを介してそれぞれ2個の放電装置1A、1Bへの印加電圧の印加・停止を交互に行う。なお、放電装置1Aからのレーザ出力は直接被照射

とした後、コンプレッサにて放電装置に戻すようにしたので、ガスの損失を最小限に保ち、停止状態から動作状態になったときにガス劣化前の正常なレーザ出力に戻すことができる。また、これらの動作をガスプロセッサ制御器により秩序正しく短時間に行うことができる。

[実施例]

第1図は本発明に係るガスプロセッサ9の実施例を示すブロック図である。第1図中従来例と同一部材は同一符号を付して説明を省略する。

第1図に示すように本発明のガスプロセッサ9はガス容器2、コンプレッサ5A、5B、バルブ3A、3B、4A、4B、ガス再生装置7、ガス添加装置8、ガスプロセッサ制御装置15から構成される。ガス再生装置7はハロゲン化物、場合によりハロゲンガスを除くことを第1の目的としているが、また必要に応じて静電フィルク、メッシュなどの不純物除去装置やオイルトラップを組み込んでよい。

第1図では、放電装置1A、1Bが2台ある

物に照射できるが、放電装置1Bからのレーザ出力は反射鏡21A、21Bによって光軸が調整されてから被照射物に照射される。

ここで、制御手段26の機能についてさらに説明を加えると、出力モニタ25A(または25B)の電気信号と予め与えられているレーザ出力の目標値とを比較して、両者の偏差が0になるように電源装置27の印加電圧を制御し、さらにその印加電圧が最大電圧付近に到達する直前で、レーザ発振中の放電装置1A(または1B)への電圧回路20A(または20B)を高電圧開閉器29A(または29B)により開き、同時に高電圧開閉器29B(または29A)を閉路にして新しい放電装置1B(または1A)に電圧が印加され、出力モニタ25B(または25A)の電気信号によって制御されてレーザ発振が持続される。

また、制御手段26は、一方において本発明のガスプロセッサ9を駆動し、放電を中断した放電装置1A内のガスを新しいガスと交換することにも用いる。

つぎに、このように構成されたガスレーザ発振装置の制御例について、第3図を用いて説明する。この図はK_{EF}エキシマレーザ発振を行った場合の放電装置1A、1Bへの印加電圧とレーザ出力の時間的推移を示したものである。

あらかじめ、放電装置1A、1Bの双方に新鮮なガスを満たしておき、まず放電装置1Aを繰り返し周波数200Hzで運転した。第1周期では、放電装置1A中のガスの劣化と共に放電装置1Aに印加する電圧(V_A)を上げて一定のレーザ出力になるように制御し、約2時間後(約 1.5×10^6 ショット)における最大電圧近傍で高電圧開閉器29Aを開いて放電を停止した(第1周期終了)。同時に高電圧開閉器29Bを閉じて放電装置1Bを繰り返し周波数200Hzで動作させた(第2周期開始)。この第2周期では、放電装置1B中には新鮮なガスが満たされているから、第1周期と同様な印加電圧(V_B)とレーザ出力の特性が得られた。一方、この第2周期では本発明のガスプロセッサ9を駆動し発振を停止し

た放電装置1A中の劣化したガスを新鮮なガスと交換して、次の周期に待機させた。

この制御例において、放電装置1A、1Bを交互に切換え、かつガス交換して第6周期まで制御を行ったところ、約12時間の運転中の出力の変動を1%以内に押えることができた。

これら一連の動作の中で、本発明のガスプロセッサ9の動作について説明する。レーザ制御手段26から、第2周期に入った時点で第1図に示すガスプロセッサ制御器15に対し、発振を停止した放電装置1A中の劣化したガスを新鮮なガスと交換するように指令が出される。この時点から、ガスプロセッサ9の一連の動作が開始する。まずバルブ3Aが開きコンプレッサ5Aにより放電装置1A中のガスはガス容器2に移される。この時必要により真空ポンプ6Aを用いてもよい。移された時点でバルブ3Aは閉じる。

次にガス容器2中のガスを再生するためにガス再生装置7の動作を開始する。ガス再生装置7はハロゲン化物の除去、さらに場合により、ハロゲ

ンガス、O₂、オイルなどの除去を行うための装置である。また必要により、パーティクルの除去を行うための装置も付加することができる。パーティクルの除去を行うための装置は例えば透過フィルタ、あるいは静電気型フィルタ等である。

この時にハロゲンガスの濃度を検知し、必要に応じてガス添加装置8よりハロゲンガス、希ガスを注入する。このようにしてガス容器2内のガスが再生された時点で、バルブ4Aを開き、必要に応じてガスはコンプレッサ5Bを運転したガス容器2から放電装置1Aへ再生されたガスを戻す。ガスを戻した後、バルブ4Aを閉じる。ガスを戻すとき必要によりポンプ6Bを用いてもよい。

このようにガスプロセッサ制御器15はコンプレッサ5A、5B、ガス再生装置7、ガス添加装置8及び各バルブの開閉を秩序正しく管理するため、これらの一連の動作の所要時間は15分程度ですみ、第2周期の時間2時間30分に比べて十分に短い。第3周期では上記と同様のガスプロセッサの動作を行い、放電装置1B中のガスを再

生する。

また、ガスプロセッサ9の役割として動作中のレーザ放電装置に対しハロゲンガスの供給を行うこともできる。この場合にはガス容器12、バルブ13A、13Bを用いる。ポンプ11はガス容器を真空に引くために用いる。第2周期を例にとると、ガスプロセッサ9に対して出力モニタ25A(または25B)の電気信号とレーザ出力の目標値との差に応じて放電中の放電装置1A(または1B)内のガス系を制御し、レーザ出力が一定になるようにガスの供給を調整することに用いてもよい。

第1図中の真空ポンプ6A、6B、14、11は放電装置、ガス容器を真空にする時に用いる。

なお、上記実施例では放電装置を2台並列に配置した場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、2台以上であれば何台置いてもよいことはいうまでもない。

実施例2

第4図に別の実施例を示す。最初にレーザの動

作について説明する。第4図に示す実施例においては、反射鏡22と半透過鏡23とからなる共振器内に2台の放電装置1A、1Bを直列に配置したものであり、このような構成にすることによりレーザー光の光軸が狂わないから、実施例1で示した第2図の反射鏡21Aと21Bが不要となる。

また、レーザリソグラフィ装置に適用する時は、波長狭帯域化する必要があり、その場合エタロン板などの狭帯域化素子をレーザ共振器内に設置することがよく行われるが、この実施例の場合にはその狭帯域化素子をも共通にして用いることが可能となるから、実施例1に比べてコストを下げるができる。

ガスパロセッサ9の動作については実施例1と同様の作動をする。

なお、上記実施例では放電装置を2台並列に配置した場合について示したが、本発明はこれに限定されず、2台以上であれば何台置いてもよいことはいうまでもない。

〔発明の効果〕

本発明によれば、複数の放電装置を用い、停止中の放電装置に対し、劣化したガスを一度ガス容器に移し、その中でガス中に含まれるハロゲン化物、必要に応じハロゲンガス、 O_2 、不純物の除去を行って、さらに場合に応じてはハロゲンガス、希ガスの添加を行い、ガスを再生し、その後、再び放電装置に移すようにしたためレーザー出力を一定に保つことが可能となった。これらの一連の動作はガスパロセッサ制御器により秩序正しく行うことができる。

また、ハロゲンガスを多少消費するだけで体積の大部分を占めるHeまたはNeなどのバッファガスは消費しないため、ランニングコストの低減を図ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例のブロック図、第2図、第4図は本発明を用いて動作させたレーザ装置のブロック図、第3図はレーザー出力制御例を示すチャート、第5図は従来のレーザ装置の例を示すブロック図、第6図、第7図、第8図は従来の

レーザの出力例、第9図は従来のレーザ装置の例を示すブロック図である。

- 1A、1B…放電装置
- 2…ガス容器
- 3A、3B…バルブ
- 4A、4B…バルブ
- 5A、5B…コンプレッサ
- 6A、6B…真空ポンプ
- 7…ガス再生装置
- 8…ガス添加装置
- 9…ガスパロセッサ
- 11…真空ポンプ
- 12…ガス容器
- 15…ガスパロセッサ制御器

出願人 川崎製鉄株式会社
代理人 弁理士 小杉佳男

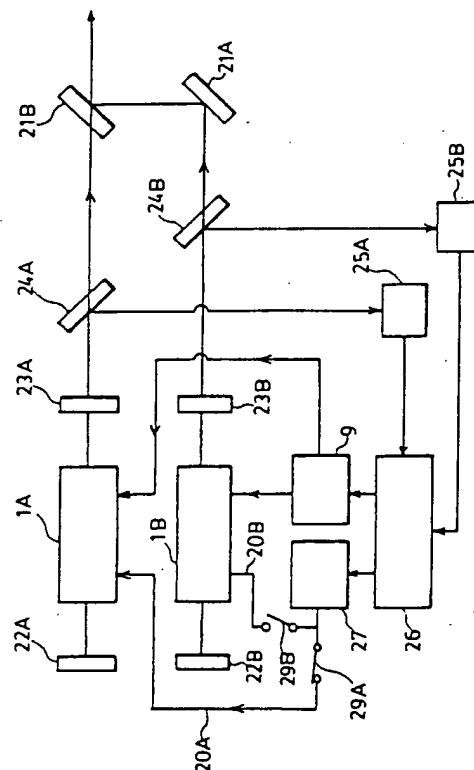
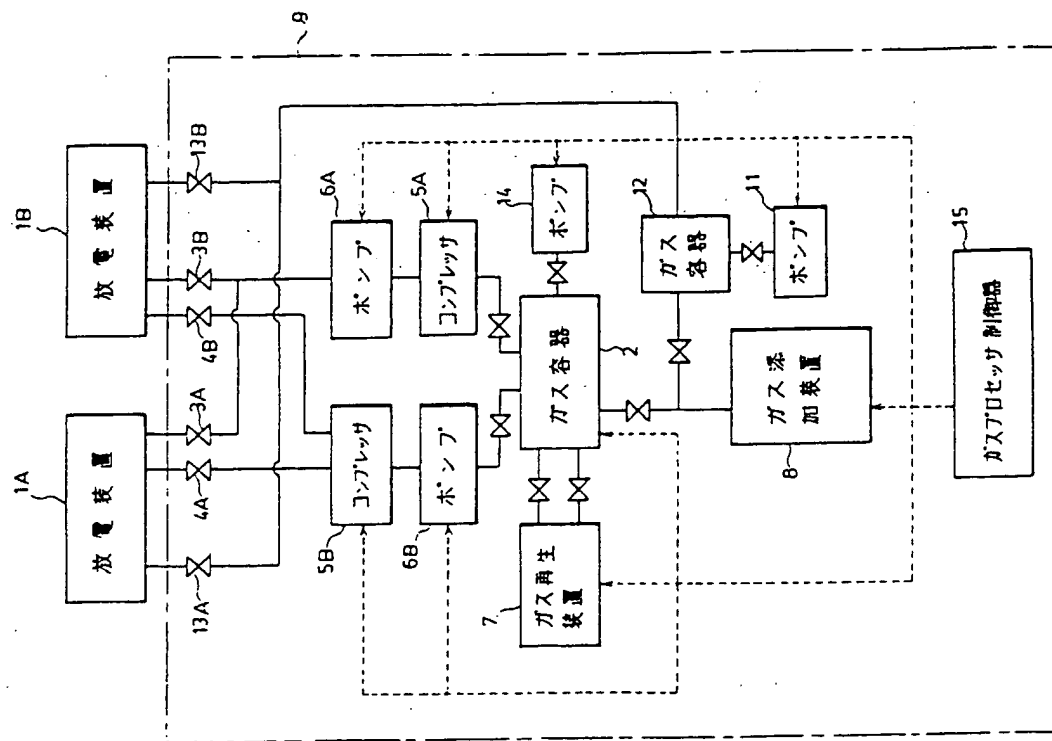
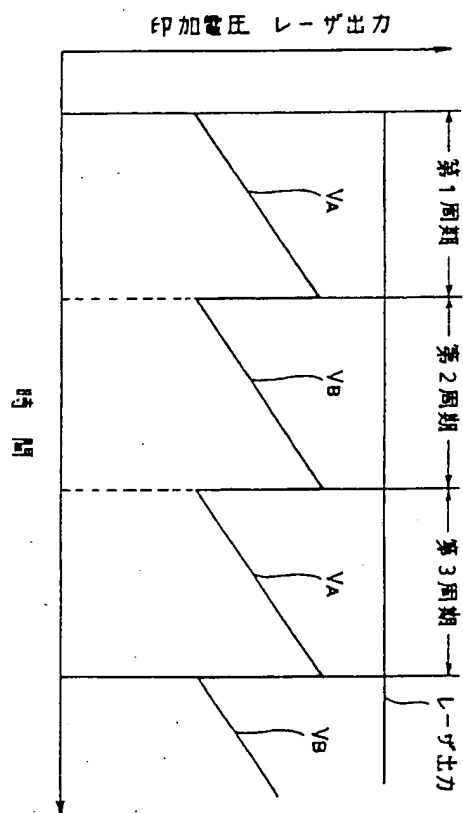
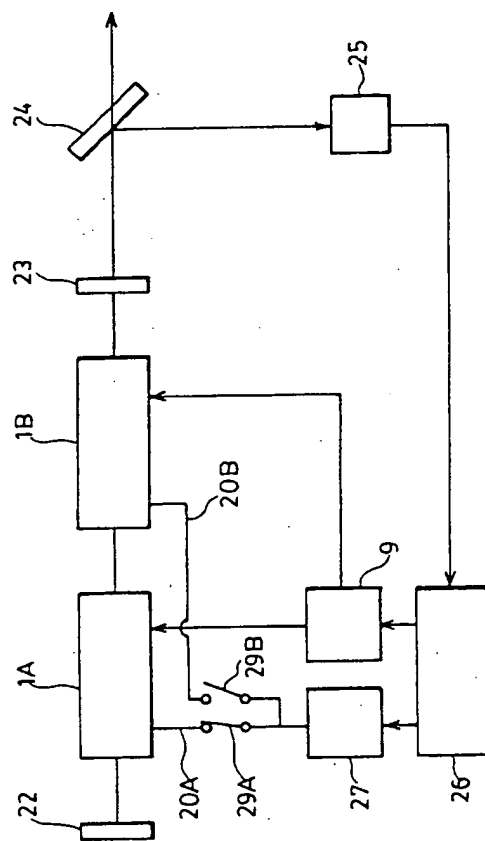


図2

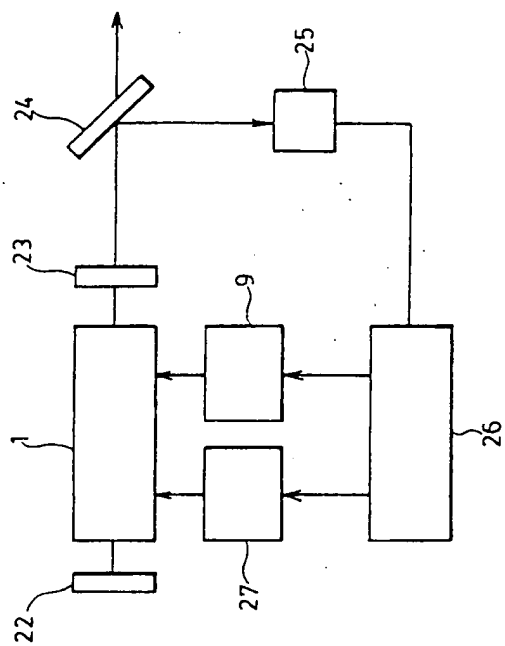
図 3



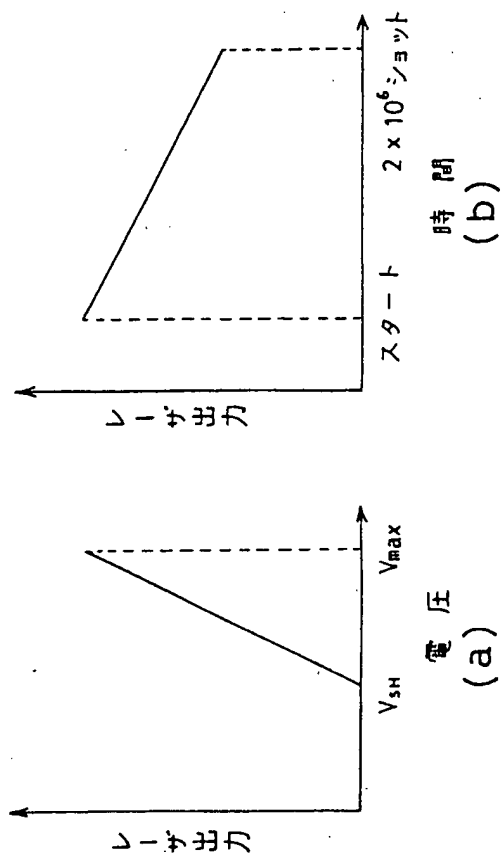
第 1 図



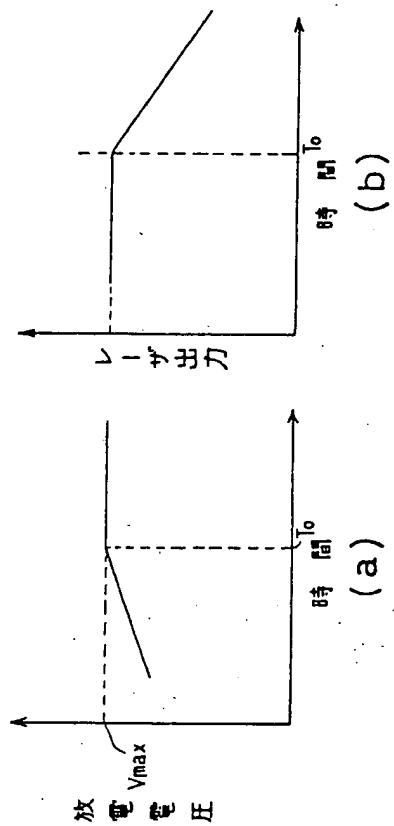
第 4 図



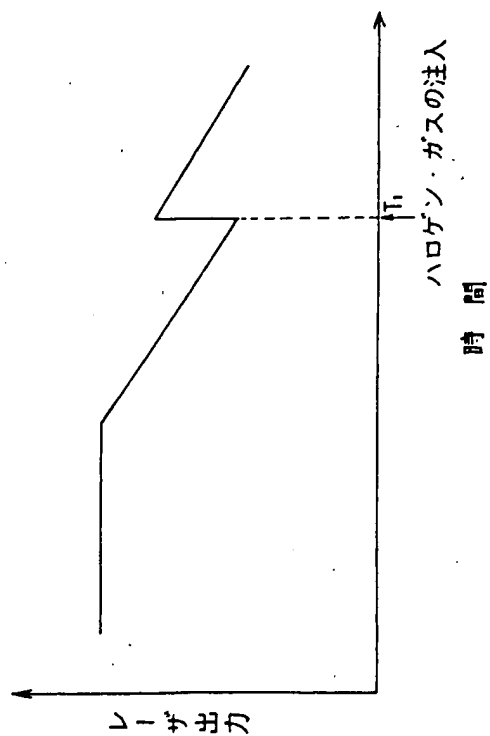
第 5 図



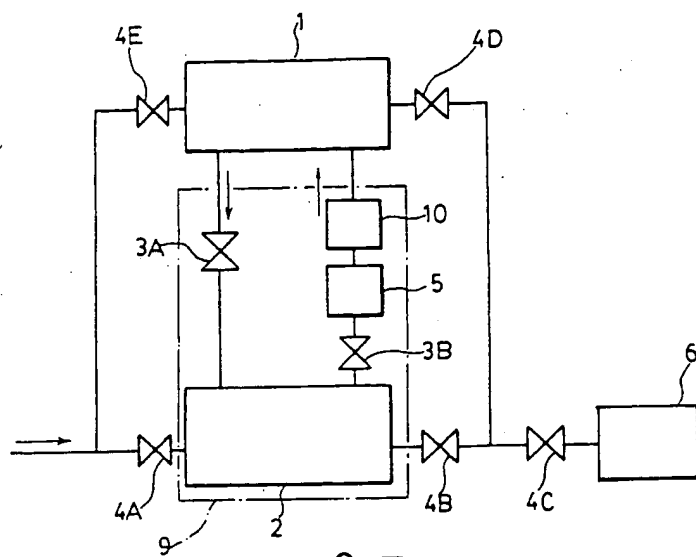
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図